



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 44 44 810 A 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 04 D 27/00
F 04 B 43/06
H 02 P 7/29
B 60 H 1/22

②1 Aktenzeichen: P 44 44 810.4
②2 Anmeldetag: 15. 12. 94
④3 Offenlegungstag: 20. 6. 96

DE 4444810 A 1

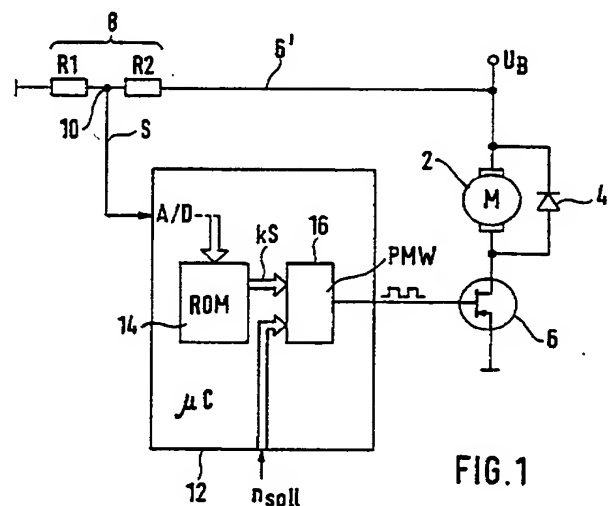
⑦1 Anmelder:
Fa. J. Eberspächer, 73730 Esslingen, DE

⑦4 Vertreter:
Klunker und Kollegen, 80797 München

⑦2 Erfinder:
Burner, Erwin, 73099 Adelberg, DE

⑤4 Steuerschaltung für einen Gebläseantriebsmotor

⑤7 Eine Steuerschaltung für einen Gebläseantriebsmotor eines Fahrzeugheizgeräts enthält einen Spannungsteiler, der ein für die Versorgungsspannung repräsentatives Signal (S) an einen μC (12) liefert. Dort wird das Meßsignal in einen Digitalwert umgesetzt, der als Adreßsignal für einen Tabel-
lenspeicher dient, in welchem kompensierte Signale abgespeichert sind, welche zur Bildung eines PWM-Signals herangezogen werden, welches auf den Steuereingang eines im Stromkreis des Motors (2) liegenden Halbleiterschalters (6) gegeben wird. Auch bei Spannungsschwankungen der Versorgungsspannung (U_B) wird dadurch eine relativ konstante Drehzahl des Motors (2) erreicht.



DE 4444810 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Steuerschaltung für einen Gebläse- oder Pumpenantriebsmotor.

Speziell betrifft die Erfindung eine Steuerschaltung für einen Gebläse- oder Pumpenantriebsmotor einer Fahrzeugheizung oder eines Brenners zum Regenerieren eines Partikelfilters für Dieselmotoren.

Brenner zum Regenerieren von Partikelfiltern für Dieselmotor-Abgasanlagen besitzen ebenso wie auch häufig als "Standheizungen" bezeichnete (Zusatz-)Fahrzeugheizungen einen Antriebsmotor, der ein Verbrennungsluftgebläse und gegebenenfalls noch ein Heizluftgebläse antreibt. Bei Fahrzeugheizgeräten mit Wasser als Wärmeträger ist ebenfalls ein Verbrennungsluftgebläse vorhanden, jedoch dient als Mittel zum Umwälzen des Wärmeträgers kein Heizluftgebläse, sondern eine Wasserpumpe.

Bei den oben erwähnten Gebläsen sorgt ein Elektromotor ebenso für den Gebläseantrieb wie ein Elektromotor bei einer Pumpe für deren Antrieb sorgt.

Sowohl die hier in Rede stehenden Fahrzeugheizungen als auch die Vorrichtungen zum Regenerieren von Partikelfiltern für Dieselmotoren verwenden als Betriebsspannungsquelle die Bordbatterie. Die üblichen Spannungen dieser Batterien betragen z. B. 12 oder 24 Volt, wobei diese Spannungen jedoch erheblichen Schwankungen unterworfen sind.

Will man z. B. ein Fahrzeugheizgerät mit einer konstanten Ausgangsleistung betreiben, so ist hierzu eine in relativ engen Grenzen konstante Drehzahl des Verbrennungsluftgebläses (auch des Heizluftgebläses, des Motors für die Wasserpumpe, der Brennstoffpumpe) erforderlich. Sinkt die Nenn-Spannung der Bordbatterie von bspw. 24 V auf 22 V oder noch weiter ab, so dreht sich der Gebläsemotor entsprechend langsamer, so daß das Fahrzeugheizgerät nicht die gewünschte Leistung liefert und deutlich ungünstigere Abgaswerte entstehen.

Man kann nun daran denken, eine Drehzahlregelung für den Elektromotor vorzusehen, die dafür sorgt, daß unabhängig von Spannungsschwankungen der Versorgungsspannung stets die gewünschte Soll-Drehzahl des Motors und mithin des damit gekoppelten Gebläses erreicht wird.

Soll allerdings das gesamte Gerät einen bestimmten Preis nicht übersteigen, so verbietet sich möglicherweise eine Regelung unter anderem deshalb, weil das Messen der Motorspannung und der Drehzahl (z. B. mittels Tachogenerator) direkt am Motor und die erforderliche Regeleinrichtung mit einigem Aufwand verbunden sind.

Durch die vorliegende Erfindung soll eine Steuerschaltung für einen Gebläse- oder Pumpenantriebsmotor, der zwischen die Pole einer Gleichspannungsquelle gelegt ist, angegeben werden, die sich relativ billig realisieren läßt und dennoch eine in Grenzen gute Übereinstimmung der Motordrehzahl mit der gewünschten oder Soll-Drehzahl erreicht.

Erreicht wird dies erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 angegebene Steuerschaltung für einen Gebläse- oder Pumpenantriebsmotor, der zwischen die Pole einer Gleichspannungsquelle gelegt ist, wobei im Stromkreis des Motors ein mit einem PWM-Signal (Pulsbreitenmodulation-Signal) angesteuerter Halbleiterschalter liegt, indem von einem Spannungsfühler Gebrauch gemacht wird, der ein für die Gleichspannung der Gleichspannungsquelle repräsentatives Meßsignal an eine Steuerung gibt, die aus dem Meßsignal ein kompensiertes Signal macht, welches zur Bildung des PWM-

Signals herangezogen wird.

Der im Stromkreis des Motors liegende Halbleiterschalter, bei dem es sich z. B. um einen MOSFET handelt, wird von dem PWM-Signal mit einer Frequenz im Kilohertzbereich angesteuert. Dabei verhält sich der Motor so, als würde er mit einer Gleichspannung gespeist, die sich aus dem Tastverhältnis der Impulse des PWM-Signals errechnen läßt. Das das Verhältnis von Impulslänge zu Impulspause (alternativ: Impulslänge zu Impulsperiodendauer) angegebene Tastverhältnis muß zur Erzielung einer bestimmten Soll-Drehzahl umso größer sein, desto geringer die Spannung der Gleichspannungsquelle ist.

Wenn die Gleichspannungsquelle die Nenn-Spannung liefert, gibt die Steuerung ein PWM-Signal aus, welches von einem einstellbaren Soll-Drehzahlwert abhängen kann und dafür sorgt, daß der Motor mit der gewünschten Drehzahl dreht. Wenn nun das Potential der Gleichspannungsquelle schwankt, bspw. um einige Volt abfällt, wird eine solche Änderung der Versorgungsspannung von dem Spannungsfühler erfaßt. Die Steuerung bildet nun aus diesem Meßsignal ein kompensiertes Meßsignal, welches dann zur Bildung des PWM-Signals herangezogen wird. Bei Abfall der Versorgungsspannung bedeutet dies, daß das kompensierte Meßsignal zur Folge hat, daß das Tastverhältnis des PWM-Signals heraufgesetzt wird, so daß im Endeffekt der Motor sich so verhält, als ob sich die Gleichspannung der Gleichspannungsquelle nicht geändert hätte. Durch das Variieren des Tastverhältnisses erhält der Motor also stets eine "effektive" Gleichspannung, die unabhängig von der Spannung der Gleichspannungsquelle (der Spannung der Bordbatterie) ist.

Man kann den Motor mit konstanter Drehzahl betreiben, man kann die Motordrehzahl aber auch entsprechend bestimmter, vorgegebener Funktionen bspw. entsprechend einer Rampenfunktion, erhöhen oder erniedrigen. Bei all diesen Steuervorgängen wird eine Änderung der Spannung der Gleichspannungsquelle in der oben beschriebenen Weise berücksichtigt, indem aus dem durch den Spannungsfühler gebildeten Meßsignal ein kompensiertes Meßsignal gebildet wird, welches zur Erzeugung des PWM-Signals herangezogen wird.

Bei dem Spannungsfühler kann es sich um einen schlichten Spannungsteiler mit zwei Widerständen handeln. Wenn die Steuerung zudem als Mikrosteuerung (μC = Microcontroller) ausgebildet ist, die üblicherweise zur Steuerung von hier in Rede stehenden Fahrzeugheizgeräten verwendet wird, stellen nicht einmal die beiden Widerstände die einzigen zusätzlichen Bauelemente für die Steuerschaltung dar, da diese für andere Zwecke bereits verwendet werden (bei Steuergeräten in Fahrzeugheizgeräten).

In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Steuerung als μC ausgebildet ist, der einen Analog-Digital-Umsetzer (ADU) enthält, dessen Eingang das Meßsignal zugeführt wird, und dessen Ausgangssignal als Adreßsignal für einen Tabellenspeicher (ROM) benutzt wird, in dem für gewisse Ist-Spannungswerte zugehörige kompensierte Werte gespeichert sind, welche das kompensierte Signal bilden.

Der in den μC integrierte ADU setzt das für die Batteriespannung repräsentative Analogsignal in einen Digitalwert um. Dieser Digitalwert bildet die Adresse eines in einem ROM enthaltenen Tabellenspeichers. Der Inhalt des Tabellenspeichers kann rechnerisch festgelegt werden, er kann aber auch — vorzugsweise — durch Versuche ermittelt werden, indem bspw. eine

konstante Motordrehzahl vorgegeben wird, die zur Erzielung dieser konstanten Motordrehzahl erforderlichen PWM-Signale ermittelt werden und die Digitalwerte festgestellt werden, die zu solchen PWM-Signalen gehören. Dieser Vorgang wird für verschiedene Werte der Gleichspannungsquelle wiederholt, so daß für jeden dieser verschiedenen Werte ein bestimmter Tabellenspeicherwert erhalten wird. Wenn dann im tatsächlichen Betrieb der Spannungsfühler einen dieser genannten Werte ermittelt, so setzt der Tabellenspeicher diesen Wert um in ein kompensiertes Signal, mit der Folge, daß dieses kompensierte Signal wieder zu der gewünschten Drehzahl führt.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Steuerschaltung für einen Gebläsemotor einer Fahrzeugheizung, und

Fig. 2 eine Kennliniendarstellung, die die Abhängigkeit des Tastverhältnisses eines PWM-Signals von der Versorgungsspannung für eine große und für eine kleine Drehzahl bei einem bestimmten Lastmoment veranschaulicht.

Wie oben bereits ausgeführt, geht es hier speziell um die Steuerung eines Gebläse- oder Pumpenantriebsmotors eines Fahrzeugheizgeräts. Die Erfindung ist aber gleichermaßen anwendbar bei Brennern zum Regenerieren von Partikelfiltern für Dieselmotoren.

Fig. 1 zeigt einen zwischen einer Gleichspannungsquelle U_B und Masse liegenden Gleichstrommotor 2 mit dazu parallel geschalteter Freilaufdiode 4, wobei in Reihe zu dem Motor 2 ein MOSFET 6 als schneller Halbleiterschalter geschaltet ist. Der Halbleiterschalter 6 arbeitet mit einer Frequenz im Bereich von mehr als 20 kHz. Wenn die Gleichspannungsquelle eine Spannung von $U_B = 24 \text{ V}$ liefert und das Tastverhältnis, hier das Verhältnis von Impulslänge zu Impulsperiodendauer, des den Halbleiterschalter 6 öffnenden und schließenden PWM-Signals 50 Prozent beträgt, so verhält sich der Motor 2 derart, als ob er mit einer Gleichspannung von etwa 12 V betrieben würde. Dabei sind nicht berücksichtigt die durch einen gewissen Durchlaßwiderstand bedingte Spannung am Halbleiterschalter 6 und die Sperrspannung der Freilaufdiode 4. Tatsächlich lassen sich die Auswirkungen dieser Spannungen auf den Betrieb der Schaltung in gewissen Grenzen beseitigen, z. B. durch Wicklungsauslegung des Motors, mathematische Routine, Abgleichen Motor/Steuergerät, so daß für den Betrieb des Motors 2 lediglich die Höhe der Gleichspannung der Spannungsquelle U_B maßgeblich ist.

Über eine Meßleitung 6 ist die Spannungsquelle U_B mit einem aus zwei Widerständen R_1 und R_2 gebildeten, als Spannungsfühler dienenden Spannungsteiler 8 verbunden. Am Verbindungsknoten 10 zwischen den beiden Widerständen R_1 und R_2 wird ein Meßsignal S abgegriffen, welches proportional zu der aktuellen Versorgungsspannung U_B ist.

Das Meßsignal S wird auf den A/D-Eingang einer als Microcontroller (μC) ausgebildeten Steuerung 12 gegeben. Der μC ist in an sich bekannter Weise ausgebildet. Er enthält einen Analog-Digital-Umsetzer mit dem erwähnten Eingang A/D. Somit wird das Meßsignal S in einen Digitalwert umgesetzt.

Der μC 12 enthält außerdem einen Festspeicher ROM 14, dessen Adreßeingang das von dem A/D-Eingang kommende Digitalsignal zugeführt wird. In dem ROM 14 sind in tabellarischer Form kompensierte Meßsignale kS abgespeichert, die mit einem bestimmten hier

nicht näher dargestellten Takt ausgegeben werden, wobei jedes kompensierte Signal kS von dem Meßsignal S abhängt. Das kompensierte Signal kS wird auf einen Eingang einer PWM-Schaltung 16 gegeben, die in an sich bekannter Weise ein von dem Signal kS abhängiges PWM-Signal (pulsbreitenmoduliertes Signal) an den Steuereingang des Halbleiterschalters 6 liefert.

Das PWM-Signal hängt nicht nur von dem kompensierten Signal kS ab, sondern kann auch noch von einem weiteren Signal abhängen, welches über einen Eingang n_{soll} (Soll-Drehzahlwert) abhängt.

Fig. 2 zeigt die Abhängigkeit des Tastverhältnisses t_v von der Versorgungsspannung V , und zwar für einen Fall einer großen Drehzahl n_G und den Fall einer relativ kleinen Drehzahl n_K bei einem bestimmten Lastmoment. Stellvertretend sei nur die kleine Drehzahl n_K des Motors 2 betrachtet. Bei einer Versorgungsspannung von 5 V beträgt das Tastverhältnis t_v 100 Prozent. Definiert man das Tastverhältnis als das Verhältnis von Impulslänge zu Impulspause, so hat Gleichstrom ein Tastverhältnis von unendlich. Definiert man das Tastverhältnis als das Verhältnis von Impulslänge zur Impulsperiodendauer, so bedeutet ein Tastverhältnis von 1 oder 100 Prozent, daß praktisch keine Impulspausen vorhanden sind. Ein Tastverhältnis von 50 Prozent bedeutet, daß die Impulslänge genauso groß ist wie die dazugehörige Impulspause.

In Fig. 2 wird die Drehzahl n_K bei einer Spannung von 5 V nur bei einem Tastverhältnis von 100 Prozent erreicht. Liegt die Versorgungsspannung bei 15 Volt so reicht ein Tastverhältnis von 30 Prozent aus.

Man kann die in Fig. 2 qualitativ dargestellten Kennlinien zur Bildung der Werte für den Tabellenspeicher in dem μC nach Fig. 1 verwenden. D.h.: Für eine Reihe möglicher Versorgungsspannungswerte wird eine zugehörige Menge von Tastverhältnis-Werten gespeichert, und diese Tastverhältnis-Werte bilden dann das kompensierte Signal kS .

Alternativ kann man den Tabellenspeicher aber auch mit empirisch ermittelten Werten füllen.

Wenn z. B. im Betrieb die Versorgungsspannung U_B etwas absinkt, schlägt sich dies auf das Meßsignal S als Amplitudenverringern nieder. Dementsprechend hat der dem Adreßeingang des ROM 14 zugeführte Digitalwert einen kleineren Wert. Unter der zu diesem kleineren Wert gehörigen Adresse ist ein solches kompensiertes Signal kS gespeichert, welches zu einem PWM-Signal mit erhöhtem Tastverhältnis führt. Durch dieses erhöhte Tastverhältnis wird der Halbleiterschalter 6 bei jedem Impuls für eine etwas längere Zeitspanne geöffnet, so daß der Motor 2 effektiv eine höhere Spannung erhält. Der Wert des kompensierten Signals kS ist derart voreingestellt, daß die Drehzahl des Motors 2 konstant gehalten wird.

Wie in Fig. 1 auch angedeutet ist, kann die PWM-Schaltung außer dem kompensierten Signal kS noch ein Soll-Drehzahlsignal erhalten. Hierdurch läßt sich die Drehzahl des Motors 2 ändern.

Wie oben erwähnt, läßt sich das Tastverhältnis definieren als das Verhältnis von Impulslänge zur Impulsperiodendauer. Dies entspricht auch folgender Beziehung:

$$t_v = U_g / U_{\text{akt}}$$

mit t_v = Tastverhältnis

U_g = Nenn-Gleichrichtwert des Motors

U_{akt} = aktuell anliegende Versorgungsspannung.

Entspricht der Nenn-Gleichrichtwert des Motors der aktuell anliegenden Versorgungsspannung, so hat man ein Tastverhältnis von 1 oder 100%, was dem Fall der Gleichstromspeisung entspricht. Ein Tastverhältnis von 0,5 oder 50 Prozent entspricht einem Nenn-Gleichrichtwert des Motors, der halb so groß ist wie die aktuell anliegende Versorgungsspannung.

Hieraus wird deutlich, daß man das Tastverhältnis variieren kann, um bestimmte Drehzahlverläufe zu erhalten, bspw. Drehzahlrampen oder konstante Drehzahlen.

Außer konstanten Drehzahlen und (linearen) Rampen lassen sich auch nicht-lineare Drehzahlverläufe erreichen.

Betrachtet man die Schaltung nach Fig. 1, so läßt sich für die obige Formel für das Tastverhältnis t_v folgende Beziehung herleiten:

$$t_v = (U_{KL} - U_D) / (U_{BAT} - I_L \cdot R_{DS} - U_D)$$

mit U_{KL} = Klemmenspannung am Motor

U_D = Sperrschichtspg. der Freilaufdiode

U_{BAT} = Versorgungsspannung (gemessene Spannung)

I_L = Laststrom im Arbeitspunkt

R_{DS} = Widerstand des Halbleiterschalters im stromführenden Fall.

Der Durchlaßwiderstand des Halbleiterschalters hat den größten Einfluß auf die Drehzahlregelung. Man kann aber durch geeignete Wicklungsauslegung diesen Einfluß minimieren. Da die Streuung der übrigen Parameter weitestgehend bekannt ist, und weil die jeweilige Versorgungsspannung U_{BAT} als gemessene Spannung zur Verfügung steht, läßt sich mit Hilfe mathematischer Formeln der Wert für t_v berechnen. In diesem Fall kann auf einen Tabellenspeicher verzichtet werden, es mußten statt dessen aber die genannten Parameterwerte berücksichtigt werden.

Patentansprüche

1. Steuerschaltung für einen Gebläse- oder Pumpenantriebsmotor (2), der zwischen die Pole einer Gleichspannungsquelle (U_B) gelegt ist, wobei im Stromkreis des Motors (2) ein mit einem PWM-Signal angesteuerter Halbleiterschalter (6) liegt, umfassend einen Spannungsfühler (8, R1, R2), der ein für die Gleichspannung der Gleichspannungsquelle repräsentatives Meßsignal (S) an eine Steuerung (12) gibt, die aus dem Meßsignal ein kompensiertes Meßsignal (kS) macht, welches zur Bildung des PWM-Signals herangezogen wird.
2. Steuerschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsfühler durch einen Spannungsteiler (R1, R2) gebildet wird.
3. Steuerschaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung einen Microcontroller (μC 12) aufweist, der einen Analog-Digital-Umsetzer enthält, dessen Eingang das Meßsignal zugeführt wird, und dessen Ausgangssignal als Adreßsignal für einen Tabellenspeicher (ROM 14) benutzt wird, in dem für gewisse Ist-Spannungswerte zugehörige kompensierte Werte gespeichert sind, die das kompensierte Signal (kS) bilden.
4. Steuerschaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Tastverhältnis des PWM-Signals gemäß folgender Formel berechnet wird:

$$t_v = (U_{KL} - U_D) / (U_{BAT} - I_L \cdot R_{DS} - U_D)$$

mit U_{KL} = Klemmenspannung am Motor

U_D = Sperrschichtspg. der Freilaufdiode

U_{BAT} = Versorgungsspannung (gemessene Spannung)

I_L = Laststrom im Arbeitspunkt

R_{DS} = Widerstand des Halbleiterschalters im stromführenden Fall.

5. Steuerschaltung nach Anspruch 4 für ein Fahrzeugheizgerät oder einen Brenner eines Partikelfilters für Dieselmotoren, dadurch gekennzeichnet, daß das Tastverhältnis (t_v) eingestellt wird, um lineare oder nicht-lineare Rampenfunktionen für den Drehzahlverlauf einzustellen, welche derart gewählt sind, daß das Betriebsverhalten des Brenners, bspw. hinsichtlich der Abgaswerte, optimiert wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

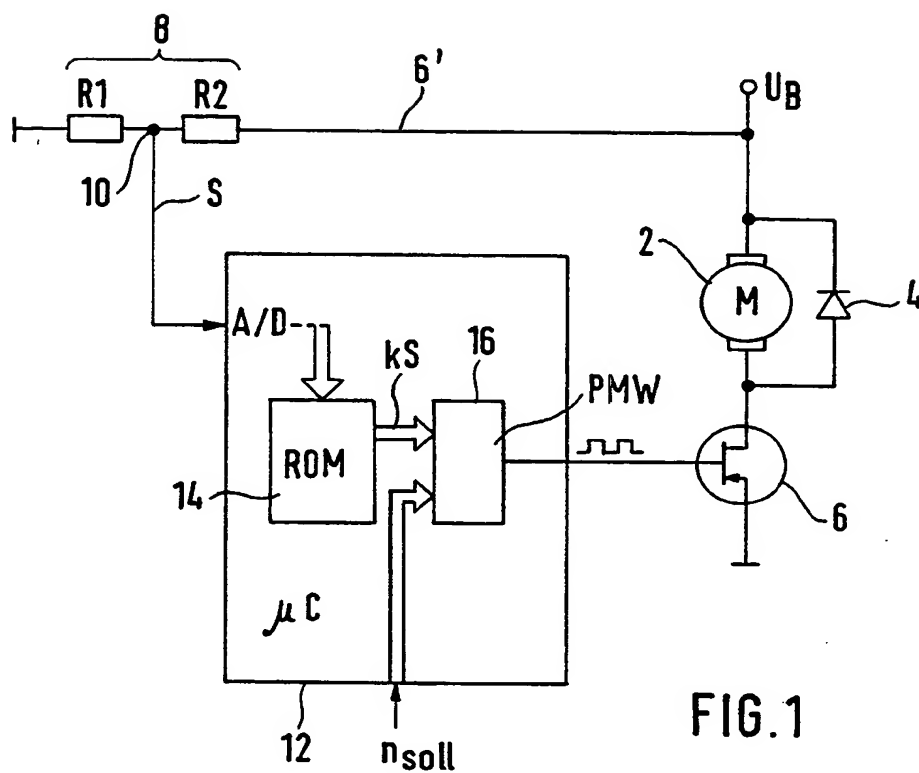


FIG.1

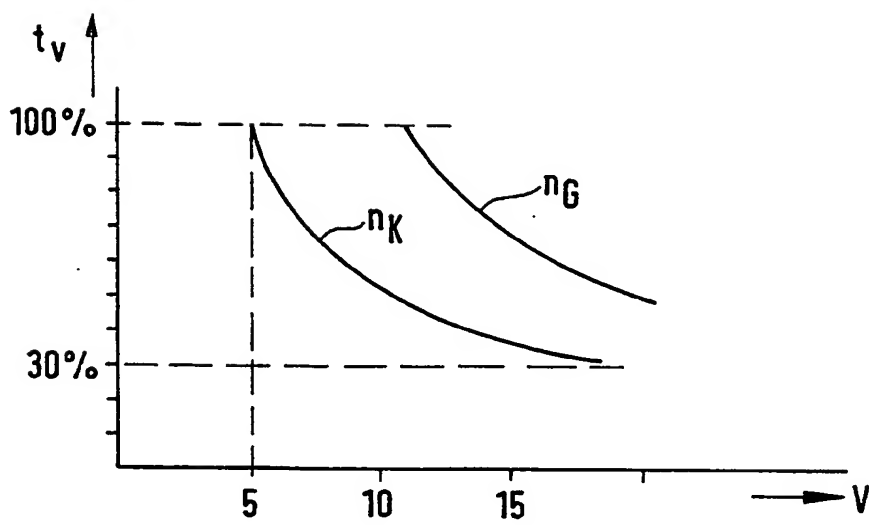


FIG.2